





**Method for force-transmitting clamping of a tool**

**Patent number:** DE10024423  
**Publication date:** 2001-11-22  
**Inventor:** VOSS MICHAEL [DE]; SANDKUEHLER OLAF [DE]  
**Applicant:**  
**Classification:**  
- **international:** B23B31/117; B23B31/00  
- **european:** B23B31/02; B23Q17/22B2  
**Application number:** DE20001024423 20000519  
**Priority number(s):** DE20001024423 20000519

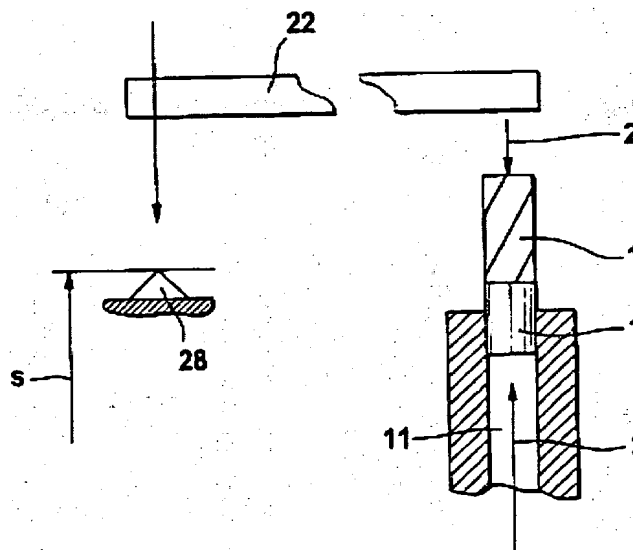
**Also published as:**

 EP1155765 (A1)  
 US6588083 (B2)  
 US2001042295 (A)  
 JP2002046029 (A)

Abstract not available for DE10024423

Abstract of corresponding document: **US2001042295**

Form-transmitting clamping of a tool with a shaft in an opening of the tool receptacle by shrinking with heating and cooling and adjustment of an axial insertion depth of a shaft in an opening of the tool receptacle, the method includes placing a movable contact piece on a free end of a tool for positioning the tool coaxially to the tool receptacle, clamping the tool between the contact piece on the one hand and a counterforce which acts opposite on the tool and oppositely to an insertion of the tool in the opening of the tool receptacle on the other hand before starting a heating, retaining the shaft clamped during the heating, and stopping the heating after reaching a predetermined nominal value during insertion of the shaft in the opening of the tool receptacle.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①9 **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 24 423 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 23 B 31/117**  
B 23 B 31/00

⑳ Aktenzeichen: 100 24 423.8  
㉔ Anmeldetag: 19. 5. 2000  
㉕ Offenlegungstag: 22. 11. 2001

**DE 100 24 423 A 1**

㉑ **Anmelder:**  
Otto Bilz, Werkzeugfabrik GmbH & Co, 73760  
Ostfildern, DE  
  
㉒ **Vertreter:**  
Kratzsch, V., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 73728 Esslingen

㉓ **Erfinder:**  
Voss, Michael, 71229 Leonberg, DE; Sandkühler,  
Olaf, 70184 Stuttgart, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤4 **Verfahren zum kraftschlüssigen Einspannen eines Werkzeuges**

⑤7 Es wird ein Verfahren zum kraftschlüssigen Einspannen eines Werkzeuges mit seinem Schaft in einer Bohrung einer Werkzeugaufnahme durch Schrumpfen mittels Erhitzen und Abkühlen dieser vorgeschlagen, bei dem die axiale Einstecktiefe des Schaftes in die Bohrung durch Einstellung vorgegeben wird. Bei diesem Verfahren wird bei coaxial zur Werkzeugaufnahme abgestütztem Werkzeug zur Positionierung dieses an dessen freiem Ende ein bewegliches Kontaktstück zur Anlage gebracht und das Werkzeug zwischen dem Kontaktstück einerseits und einer das Werkzeug gegensinnig dazu und gegensinnig zum Eindringen in die Bohrung der Werkzeugaufnahme beaufschlagenden Gegenkraft andererseits eingespannt, bevor die Erhitzung beginnt. Das Werkzeug bleibt so eingespannt während der dann eingeschalteten Erhitzung, die nach Erreichen eines vorgegebenen Sollmaßes beim Eindringen des Schaftes in die Bohrung der Werkzeugaufnahme gestoppt wird.

**DE 100 24 423 A 1**

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum kraftschlüssigen Einspannen eines Werkzeuges mit seinem Schaft in einer Bohrung einer Werkzeugaufnahme durch Schrumpfen mittels Erhitzung und Abkühlung dieser, bei dem die axiale Einstecktiefe des Schaftes in die Bohrung durch Einstellung vorgegeben wird.

[0002] Bei diesem Verfahren erfolgt die Erhitzung mit Vorzug induktiv unter Verwendung zumindest einer Induktionsspule, die vorzugsweise mit hochfrequentem Wechselstrom, z. B. mit einer Frequenz von 150–250 kHz, beaufschlagt wird. Bei diesem Verfahren mit thermischer Einspannung von Werkzeugen ist eine hochpräzise Befestigung der Werkzeuge, z. B. Bohrer, Fräser od. dgl., erreichbar. Hierbei wird die Werkzeugaufnahme zumindest im Bereich einer der Bohrung enthaltenden Hülspartie erwärmt, so dass sich die Bohrung vergrößert. Das Werkzeug wird mit seinem Schaft in die derart vergrößerte Bohrung eingeführt. Beim anschließenden Abkühlen wird der Schaft des Werkzeuges in der aufgrund der Abkühlung wieder geschrumpften Bohrung der Werkzeugaufnahme kraftschlüssig gehalten. Die Durchmesser der Bohrung der Werkzeugaufnahme und des Schaftes des Werkzeuges sind dabei so gewählt, dass beim Abkühlen eine kraftschlüssige und verdrehfeste Verbindung entsteht, die beim schnellen Drehen aufgrund der Fliehkräfte nicht gelöst wird. Zum Ausspannen des Werkzeuges wird die Werkzeugaufnahme erneut erwärmt, wobei sich die Bohrung dieser vergrößert, bis das Werkzeug mit seinem Schaft aus der Werkzeugaufnahme herausgezogen werden kann. Das Ausspannen ist nur deshalb möglich, weil die Erwärmung sich von außen nach innen ausbreitet, so dass zunächst nur z. B. die Hülspartie der Werkzeugaufnahme erwärmt wird, bevor die Wärme auf den eingespannten Schaft des Werkzeuges gelangt. Dadurch wird erreicht, dass sich zunächst der Hülspartieabschnitt dehnt, so dass der noch kältere Schaft des Werkzeuges beim Ausspannen aus der Bohrung gelöst werden kann.

[0003] Beim Einspannen des Schaftes des Werkzeuges muss die axiale Einstecktiefe des Schaftes in die Bohrung der Werkzeugaufnahme exakt eingestellt werden, auch unter Berücksichtigung des Umstandes, dass beim anschließenden Abkühlen auch eine Längenänderung geschieht. Es ist bekannt, zum Einspannen eines Werkzeuges zunächst die Werkzeugaufnahme zu erwärmen, bis sich deren Bohrung soweit vergrößert, dass anschließend das Werkzeug mit seinem Schaft in diese eingesteckt werden kann. Hierbei wird die Einstecktiefe beim Einstecken entsprechend einer Vorgabe gewählt, was u. U. auch noch durch einen in die Werkzeugaufnahme integrierten Anschlag zusätzlich vorgegeben werden kann. Dabei erfolgen das Einstecken und Einstellen der Einstecktiefe im erhitzten Zustand der Werkzeugaufnahme mit einhergehender thermischer Ausdehnung der inneren Aufnahmebohrung. Diese Methode funktioniert nur dann, wenn hierfür während der recht kurzen Erwärmungsphase ausreichend Zeit zur Verfügung steht und wenn Werkzeuge mit geringer thermischer Ausdehnung, z. B. aus Hartmetall oder Keramik, zum Einsatz kommen, da bei diesen Werkzeugaufnahmen nicht zu befürchten ist, dass die der Werkzeugaufnahme zugeführte Wärme alsbald beim Übergang auf den Werkzeugschaft zu einer Ausdehnung auch dieses und Klemmung beim Einstecken führen kann.

[0004] Es ist ferner bekannt, zunächst eine in der Werkzeugaufnahme enthaltene koaxiale Stellschraube mit Hilfe eines in die Bohrung der Werkzeugaufnahme in deren kaltem Zustand eingeführten Adapters hinsichtlich ihrer axialen Sollposition einzustellen. Die Einstellung kann mittels berührender oder optischer Vermessung z. B. der Spitze

des Werkzeuges erfolgen. Nach vollzogener Einstellung der koaxialen Einstellschraube und Entnahme des Adapters erfolgt sodann das Einschrumpfen des Werkzeuges mittels seines Schaftes, wobei bei durch Erwärmung vergrößerter Bohrung der Werkzeugaufnahme das Werkzeug mit seinem Schaft so weit eingesteckt werden kann, bis dieses mit der der Werkzeugspitze gegenüberliegenden Stirnseite des Schaftes axial an der Stellschraube anschlägt. Die Einstellung auf diese Weise ist nicht sehr genau. Es ergeben sich Ungenauigkeiten etwa in der Größenordnung von  $\pm 0,05$  mm. Diese Ungenauigkeit resultiert daraus, dass die Werkzeuge hinsichtlich der genannten Stirnseite, die in Kontakt mit der Stellschraube gelangt, nicht genau genug bearbeitet sind. Auch bedeutet die Anordnung einer zur Bohrung koaxialen und dort in eine zentrale Gewindebohrung eingeschrumpften Stellschraube einen zusätzlichen Aufwand, wobei auch vom Gewindegang her noch zusätzliche Einstellfehler herrühren können.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art so zu gestalten, dass eine sehr präzise Einstellung der Einstecktiefe der Werkzeuge bei vereinfachtem konstruktiven Aufwand der Werkzeugaufnahme selbst möglich ist und hierbei keine Einschränkung bezüglich der Materialpaarung Werkzeugaufnahme/Werkzeug etwa dahingehend vorliegt, nur Werkzeuge mit geringer thermischer Ausdehnung, z. B. aus Hartmetall, Keramik od. dgl., bei diesem Verfahren einsetzen zu können.

[0006] Die Aufgabe ist bei einem Verfahren der eingangs genannten Art gemäß der Erfindung durch die Merkmale im Patentanspruch 1 gelöst. Hierbei erfolgt die Einstellung der Einstecktiefes des Werkzeugschaftes in die Werkzeugaufnahme vor der Erhitzung der Werkzeugaufnahme. Als Maßbezug wird die relevante Schneidengeometrie und nicht etwa die stirnseitige Rückseite des Werkzeugschaftes herangezogen, wodurch eine hochgradig genaue Einstellung möglich ist. Hinsichtlich des Geräteaufwands, insbesondere der Gestaltung der Werkzeugaufnahme, ist eine Vereinfachung dadurch erzielt, dass eine innere Stellschraube mit Gewindebohrung zur Aufnahme dieser entfallen kann, wodurch die Werkzeugaufnahme einfacher und kostengünstiger wird und auch die Gefahr einer etwaigen Verspannung mechanischer Teile entfällt. Vor der Erhitzung der Werkzeugaufnahme wird das bewegliche Kontaktstück am freien Ende des Werkzeuges zur Anlage gebracht und sodann die das Werkzeug gegensinnig, ebenfalls koaxial, beaufschlagende Gegenkraft aktiviert, so dass also das Werkstück axial zwischen dem Kontaktstück und der Gegenkraft gespannt gehalten ist. Wird nun die Erhitzung der Werkzeugaufnahme eingeschaltet mit aufgrund der Erwärmung sich vergrößernder Bohrung der Werkzeugaufnahme, so dringt das Werkzeug mit seinem Schaft in die nun größer gewordene Bohrung der Werkzeugaufnahme ein. Diese Eindringbewegung geschieht entweder bei vertikaler Anordnung aufgrund von Gewichtskräften. Sie kann bei vertikaler Anordnung oder auch bei anderer Raumausrichtung der Anordnung statt dessen von Hand und/oder auch mittels getrieblicher Mittel und/oder mittels eines Stellantriebes od. dgl. erfolgen. Das Eindringen des dabei in beschriebener Weise gespannt gehaltenen Werkzeugschaftes in die Bohrung der Werkzeugaufnahme wird gestoppt sobald das anfangs durch Einstellung vorgegebene Sollmaß erreicht ist. Dieses Abstoppen kann durch mechanisches Anschlagen an einem Anschlag oder in sonstiger Weise geschehen. Wird anschließend daran nun die Erhitzung gestoppt, so kühlt die Werkzeugaufnahme ab, wobei der Werkzeugschaft in der durch Abkühlung geschrumpften Bohrung kraftschlüssig gespannt gehalten wird. Dieses Verfahren gemäß der Erfindung ist gleichermaßen für Werkzeuge mit geringer thermischer Ausdehnung

als auch solche mit großer thermischer Ausdehnung geeignet, so dass also sowohl Werkzeuge aus Hartmetall, Keramik od. dgl. als auch solche Werkzeuge gespannt werden können, die aus z. B. Werkzeugstahl bestehen. Bei allem ist zu berücksichtigen, dass die Erhitzungsphase sehr kurzfristig ist und in der Regel nur etwa 5–10 Sekunden dauert und die Einstellung des Werkzeuges mitsamt der Werkzeugaufnahme beim Einbringen in letztere während dieser kurzen Zeitspanne und zugleich mit dem Eindringen in die Bohrung der Werkzeugaufnahme geschieht, ohne dass dabei am Werkzeug bzw. Werkzeugschaft in irgendeiner Weise mit mechanischen Einspannhilfen od. dgl. angefasst und gespannt werden muss.

[0007] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Erreichen eines vorgegebenen Sollmaßes beim Eindringen des Schaftes in die Bohrung durch einen mechanischen Anschlag erfasst wird, der auf ein vorgegebenes Sollmaß eingestellt und fixiert wird und der dem Kontaktstück, insbesondere einem beweglichen Halter des Kontaktstückes, zugeordnet ist und beim Eindringen des Schaftes in die Bohrung den Eindringweg durch Anschlagen an diesem Anschlag begrenzt.

[0008] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass das Werkzeug mit seinem Schaft in eine zum freien Ende der Bohrung der Werkzeugaufnahme koaxiale zentrierende Abstützbohrung einer Abstützung, insbesondere einer solchen der Werkzeugaufnahme selbst, eingebracht wird, wobei sich die Werkzeugaufnahme im nicht erhitzten Zustand befindet, dass der Halter mit seinem Kontaktstück dann auf das Werkzeug aufgesetzt wird, dass hiernach die das Werkzeug gegensinnig zum Eindringen in die Bohrung der Werkzeugaufnahme beaufschlagende Gegenkraft und damit die Einspannung des Werkzeuges zwischen dem Kontaktstück und der Gegenkraft aktiviert wird und hiernach die Erhitzung der Werkzeugaufnahme gestartet wird mit einhergehendem axialem Eindringen des Werkzeuges mit dem Schaft in die Bohrung der Werkzeugaufnahme so weit, bis der Halter am Anschlag anschlägt, und dass hiernach dann die Erhitzung der Werkzeugaufnahme gestoppt und nach Abkühlung die Wirkung der Gegenkraft aufgehoben wird. Die Gegenkraft stellt dabei sicher, dass das Werkzeug nicht etwa unter seiner Gewichtskraft über die vorgegebene Eindringtiefe hinaus tiefer in die Bohrung der Werkzeugaufnahme gelangen kann. Deswegen wird erst nach Abkühlung der Werkzeugaufnahme mit einhergehender Schrumpfung der Bohrung und Klemmung des Werkzeugschaftes die Wirkung der Gegenkraft aufgehoben.

[0009] Von Vorteil kann es sein, die Stellung des Kontaktstückes, das auf dem Werkzeug aufsitzt, relativ zum Halter und auf diese Weise die Position des Halters in Bezug auf den Anschlag zu verstellen, vorzugsweise feineinzustellen, bevor die Erhitzung der Werkzeugaufnahme gestartet wird. Zur Erleichterung und zur Erreichung noch größerer Genauigkeit kann am Halter ein optisches Meßsystem gehalten sein mit Beleuchtungseinrichtung, Aufnahmeeinrichtung und Bildschirm mit vergrößerter Wiedergabe des Aufnahmebereichs. Hierbei kann durch Verstellung des auf dem Werkzeug aufsitzenden Kontaktstückes relativ zum Halter mit Meßsystem eine Einstellung des optischen Meßsystems mit optischer Antastung einer vorgegebenen Bezugsgeometrie des Werkzeuges erfolgen, z. B. mit Antastung der Spitze eines Bohrers, der höchsten Schneide eines Fräasers, der ersten oder zweiten Stufe eines Stufenwerkzeuges oder durch Antastung einer anderen maßbestimmenden Kante des Werkzeuges. Hierbei wird durch Verstellung des Kontaktstückes, das sich auf der Spitze des Werkzeuges abstützt, der Halter und damit das optische System verstellt relativ zum Werkzeug und so, dass der Halter dann beim späteren Ein-

dringen des Schaftes in die Bohrung der Werkzeugaufnahme durch Anschlagen an dem auf das vorgegebene Sollmaß eingestellten Anschlag die Eindringtiefe des Werkzeuges von oben her begrenzt, während ein etwaiges weiteres tieferes Eindringen des Werkzeuges in die Bohrung durch die gegensinnig dazu wirkende Gegenkraft verhindert wird.

[0010] Von Vorteil kann es sein, wenn der Anschlag in Bezug auf eine Maßverkörperung, z. B. einen Maßstab, zur Einstellung des Sollmaßes verstellt wird, insbesondere feinverstellt wird und sodann in seiner eingestellten Position in Bezug auf die Maßverkörperung fixiert wird, z. B. geklemmt wird und in dieser Position dann einen mechanischen Anschlag für den Halter des Kontaktstückes, ggf. auch noch des daran sitzenden optischen Meßsystems, bildet.

[0011] Von Vorteil kann es ferner sein, wenn beim axialen Eindringen des Schaftes des Werkzeuges in die Bohrung der Werkzeugaufnahme dann, wenn das Sollmaß erreicht ist, insbesondere beim Anschlagen des Halters am Anschlag, ein elektrischer Schaltkontakt geschlossen wird, mittels dessen die Zufuhr insbesondere elektrischer Energie für die Erhitzung der Werkzeugaufnahme unterbrochen wird. Dieser Schaltkontakt kann in besonders einfacher Weise Bestandteil des Anschlages und/oder des diesen berührenden Halters sein bzw. durch diese selber gebildet sein.

[0012] Von besonderem Vorteil kann es sein, wenn zumindest der Bereich des Kontaktstückes, der in Kontakt mit dem Werkzeug gelangt, z. B. dessen Spitze, Schneide od. dgl., aus einem solchen Material gebildet ist, das im Vergleich zum Material des Werkzeuges nachgiebiger, z. B. weicher ist, wobei als derartiges Material z. B. Gummi, Kunststoff od. dgl. federähnlich elastisches Material in Frage kommt oder statt dessen auch ein mittels Feder abgefederter Teil des Kontaktstückes. Dadurch ist sichergestellt, dass beim Aufsetzen des Kontaktstückes auf das freie Ende des Werkzeuges, z. B. die Werkzeugspitze, selbst empfindliche Werkzeuge in diesem Bereich nicht beschädigt oder in sonstiger Weise nachteilig beeinflusst werden.

[0013] Die gegensinnig zum Eindringen des Werkzeugschaftes in die Bohrung wirkende Gegenkraft kann je nach Gestaltung des Werkzeuges und/oder der Werkzeugaufnahme auf mechanische Weise, z. B. mittels eines Anschlages, eines Greifers od. dgl., erzeugt und auf das Werkzeug übertragen werden. Bei solchen Werkzeugen, die mit ihrem ganzen Schaft eingespannt werden, oder die hinsichtlich der Geometrie anders gestaltet sind und bei denen es deswegen nicht möglich ist, diese mechanisch zu greifen oder in sonstiger mechanischer Weise mit der Gegenkraft zu beaufschlagen, ist es von besonderem Vorteil, wenn die Gegenkraft mittels eines Druckgaspolsters erzeugt wird, das innerhalb der Bohrung der Werkzeugaufnahme aufrechterhalten wird. Dabei ist es vorteilhaft, dieses Druckgaspolster solange aufrecht zu erhalten, bis nach dem Beenden der Erhitzung der Werkzeugaufnahme diese während einer darauffolgenden Haltezeit abgekühlt ist. Für die Erzeugung des Druckgaspolsters im Inneren der Bohrung der Werkzeugaufnahme kann es von Vorteil sein, wenn in die Bohrung der Werkzeugaufnahme, z. B. durch dort vorhandene Kühlmittelekanäle, ein Druckgas, z. B. Druckluft, eingeführt wird. Damit auch solche Werkzeuge in gleicher Weise mit der Gegenkraft beaufschlagt werden können, die innere Kühlmittelekanäle enthalten, kann es von Vorteil sein, wenn für die Erzeugung des Druckgaspolsters in diesem Fall eine Regelung des Volumenstromes des Druckgases, z. B. über eine Drosselung, erfolgt bis der notwendige Gasdruck erreicht ist. Von Vorteil kann es ferner sein, wenn die Größe der Gegenkraft, insbesondere des Druckgaspolsters, so eingestellt ist, dass diese gleich oder größer ist als die entgegenwirkende Gewichtskraft eines in der Bohrung der Werkzeug-

aufnahme aufnehmbaren Werkzeuges; denn bei z. B. vertikaler Anordnung der Werkzeugaufnahme mit Bohrung und vertikal eindringendem Schaft des Werkzeuges in die Bohrung wirkt in vertikaler Richtung die Gewichtskraft des Werkzeuges. Vor dem Erreichen des vorgegebenen Sollmaßes und vor dem Erreichen eines entsprechend eingestellten Anschlages, an dem bei dieser vertikalen Eindringbewegung der Halter mit dem Kontaktstück anschlagen kann, wirkt zusätzlich zur Gewichtskraft des Werkzeuges auch noch die Gewichtskraft des Halters mit Teilen daran. Die Summe dieser Gewichtskräfte kann, muss aber nicht unbedingt, von der Gegenkraft aufgenommen werden, da nach Erreichen des Sollmaßes und damit Anschlagen des Halters am Anschlag die Gewichtskraft des Anschlages mit Kontaktstück und sonstigen am Halter sitzenden Teilen dann vom Anschlag aufgenommen wird und durch die Gegenkraft somit nur die Gewichtskraft des Werkzeuges aufzunehmen ist.

[0014] Ferner kann es vorteilhaft sein, die Größe der Gegenkraft in Anpassung an Werkzeuge mit unterschiedlicher Geometrie zu variieren. Z. B. kann zur Anpassung das Gewicht des jeweils eingebrachten Werkzeuges durch Wiegen mittels einer Wägeeinrichtung ermittelt werden und die Größe der Gegenkraft in Anpassung daran jeweils ermittelt und vorgegeben werden. Dies kann man z. B. in der Weise verwirklichen, dass man vor dem Einsetzen des Werkzeuges in die Abstützbohrung der Werkzeugaufnahme zunächst das Gewicht der Werkzeugaufnahme und des Trägers dieser wiegt und in einem anschließenden Wägevorgang bei nunmehr in die Abstützbohrung der Werkzeugaufnahme eingesetztem Werkzeug das Gewicht der vorgenannten Teile zusammen mit dem Werkzeug durch Wiegen ermittelt und durch Differenzbildung damit das reine Werkzeuggewicht erhält. Eine derartige Anpassung der Größe der Gegenkraft an unterschiedliche Werkzeuggeometrien ist dann von Vorteil, wenn eine vorgegebene Größe des Druckes für das Druckgaspolster nicht für alle Werkzeuggeometrien ausreichend ist.

[0015] Von Vorteil kann es ferner sein, wenn der Halter mit dem Kontaktstück durch Gewichtskraft und/oder von Hand und/oder mittels getrieblicher Mittel und/oder mittels eines Stellantriebes od. dgl. bewegt wird, wobei eine nicht durch Gewichtskraft erfolgende Bewegung vor allem dann von Vorteil ist, wenn das Eindringen des Schaftes des Werkzeuges in die Bohrung der Werkzeugaufnahme nicht in vertikaler Richtung geschieht sondern in irgendeiner dazu quer verlaufenden Richtung, z. B. bei horizontaler Anordnung und horizontalem Eindringen des Werkzeuges. Von Vorteil kann es ferner sein, wenn die Bewegung des Halters derart erfolgt, dass das Kontaktstück eine Linearbewegung etwa koaxial oder parallel zur Längsachse des Werkzeuges und/oder quer dazu vollführt.

[0016] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens gemäß der Erfindung sieht vor, dass der Halter und der einstellbare Anschlag miteinander so gekuppelt sind oder kuppelbar sind, dass durch Bewegung des Halters z. B. in beiden Bewegungsrichtungen die Einstellung des Anschlages vorgenommen werden kann. Dies hat den Vorteil, dass der Anschlag selbst keinen eigenen Stellantrieb od. dgl. zur Verstellung benötigt sondern dazu auf die auf den Halter wirkende Gewichtskraft od. dgl. getriebliche Mittel bzw. Stellantrieb oder Handbetätigung zurückgegriffen wird. Z. B. kann eine Kuppelung zwischen dem Halter und dem Anschlag mittels magnetischer Kraft in einer Richtung und dergestalt erfolgen, dass der Anschlag durch Bewegung des Halters in einer Richtung mittels magnetischer Kraft mitgenommen wird und bei Bewegung des Halters in dazu gegensinniger Richtung z. B. mittels formschlüssigem Kontakt,

z. B. durch Anschlagen, mitgenommen wird.

[0017] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung.

[0018] Das Verfahren gemäß der Erfindung einschließlich die zur Durchführung erforderlichen Vorrichtungsteile sind nachfolgend anhand von in den Zeichnungen gezeigten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

[0019] Fig. 1 eine schematische Seitenansicht des Verfahrensprinzips mit schematischer Darstellung der einzelnen Vorrichtungsteile,

[0020] Fig. 2 eine teilweise geschnittene schematische Seitenansicht einer Vorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel zur Durchführung des Verfahrens,

[0021] Fig. 3 eine teilweise geschnittene schematische Seitenansicht einer Vorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel zur Durchführung des Verfahrens,

[0022] Fig. 4 eine schematische, teilweise geschnittene Seitenansicht der einzelnen Vorrichtungsteile in verschiedenen Stufen beim Durchlaufen einiger Schritte des Verfahrens gemäß der Erfindung.

[0023] In den Zeichnungen ist schematisch eine Werkzeugaufnahme 10 mit darin enthaltener Bohrung 11 für die Aufnahme eines zylindrischen Schaftes 12 eines Werkzeuges 13 darstellt. Bei der Werkzeugaufnahme 10 kann es sich um ein beliebiges Bauteil handeln, z. B. einen Spindelabschnitt, einen Teil eines Futter, eines Adapters od. dgl.. Beim Werkzeug 13 handelt es sich ebenfalls um ein beliebiges Werkzeug, z. B. einen Bohrer, Gewindebohrer, Fräser, ein Stufenwerkzeug od. dgl.. Die Bohrung 11 in der Werkzeugaufnahme 10 kann nach unten hin offen sein und für die koaxiale Abstützung des Werkzeuges 13 vor dem Einschrumpfen eine zur Bohrung 11 koaxiale zentrierende Abstützbohrung 14 am freien Ende aufweisen, die hinsichtlich des Durchmessers geringfügig größer als die Bohrung 11 bemessen ist, so dass im kalten Zustand der Werkzeugaufnahme das Werkzeug 13 mit dem Ende des Schaftes 12 in dieser Abstützbohrung 14 koaxial aufgenommen und zentriert gehalten und koaxial gegen Verschiebung nach unten abgestützt wird. Zur Durchführung des Verfahrens zum kraftschlüssigen Einspannen des Werkzeuges 13 mit seinem Schaft 12 in die Bohrung 11 der Werkzeugaufnahme 10 durch Schrumpfen mittels Erhitzung und Abkühlung dieser ist eine Vorrichtung 20 vorgesehen, die einen Träger 21 zur Aufnahme der Werkzeugaufnahme 10 und in Abstand oberhalb des Trägers 21 einen Halter 22 aufweist, die beide z. B. jeweils mittels einer Kugelhülse 23 an einer vertikalen Führung 24, z. B. Führungsstange, gehalten und verschiebbar und bedarfsweise einstellbar geführt sind. Der Halter 22 ist Träger eines nur schematisch angedeuteten Kontaktstückes 25, das beim in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel entweder unverstellbar oder mittels eines Gewindes 26 relativ zum Halter 22 verstellbar und feineinstellbar ist. Das Kontaktstück 25 ist relativ zur Werkzeugaufnahme 10 zumindest vertikal beweglich und kann von oben her am freien Ende des Werkzeuges 13, z. B. einer dortigen Spitze, Schneide od. dgl., zur Anlage gebracht werden, wie dies in Fig. 1 bis 3 veranschaulicht ist. Zumindest der Bereich des Kontaktstückes 25, der in Kontakt mit dem Werkzeug 13, z. B. dessen Spitze, Schneide od. dgl., gelangt und in Fig. 2 und 3 als vom restlichen Teil des Kontaktstückes 25 abgetrennter Teil 27 schematisch gezeigt ist, besteht mit Vorteil aus einem Material, das im Vergleich zum Material des Werkzeuges 13 nachgiebiger, z. B. weicher, ist, z. B. aus Gummi, Kunststoff od. dgl. federähnlich elastischem Material. Statt dessen kann der Teil 27 auch aus einem mittels nicht gezeigter Feder in Bezug auf den restlichen Teil des Kontaktstückes 25 abgedeuteten Teil gebildet sein. Die Vorrichtung 20 weist ferner einen Anschlag 28 auf, der in Fig. 2 und 3 etwas de-

taillierter dargestellt ist, wo der Anschlag 28 in Bezug auf eine angedeutete Maßverkörperung 29, z. B. einen Maßstab, für die Einstellung eines Sollmaßes  $s$  (Fig. 1) verstellbar ist, insbesondere feinverstellbar ist. Der Anschlag 28 kann in der jeweils eingestellten Position relativ zur Maßverkörperung 29 fixiert werden, z. B. mittels einer nur schematisch angedeuteten Klemmschraube 30 geklemmt werden. Zwischen dem Anschlag 28 einerseits und dem im Laufe der Einstellung daran von oben anschlagenden Halter 22 andererseits kann ein nicht besonders dargestellter elektrischer Schaltkontakt geschlossen werden, mittels dessen die Zufuhr insbesondere elektrischer Energie unterbrochen wird, die für die Erhitzung der Werkzeugaufnahme 10 zuvor freigegeben wurde. Der Schaltkontakt kann durch entsprechende Oberflächen des Anschlages 28 und/oder des Halters 22 unmittelbar gebildet sein. In Fig. 2 und 3 ragt vom Halter 22 eine Verlängerung 31 nach unten, die den mechanischen Anschlag des Halters 22 am Anschlag 28 bewirkt und am Ende z. B. eine Kugel 32 für die Kontaktgabe lagert. In Fig. 1 bis 3 ist lediglich durch einen Pfeil 33 angedeutet, dass beim Einstellen und Einschrumpfen des Werkzeuges 13 dieses mit einer Gegenkraft, die in Fig. 1 bis 3 nach oben wirksam ist, beaufschlagt wird, die gegensinnig zum Eindringen des Werkzeuges 13 von oben her in die Bohrung 11 wirkt, wobei das Werkzeug 13 zwischen dem Kontaktstück 25 einerseits und der Gegenkraft gemäß Pfeil 33 andererseits eingespannt ist.

[0024] Beim Ausführungsbeispiel in Fig. 2 erfolgt die Antastung des oberen freien Endes des Werkzeuges 13 mittels des Kontaktstückes 25 durch Aufsetzen dieses, insbesondere des Teils 27, und Antasten, wobei eine Feineinstellung des Kontaktstückes 25 relativ zum Halter 22 durch Anfassen an der Handhabe 34 und Drehung im Gewinde 26 möglich ist.

[0025] Beim zweiten Ausführungsbeispiel in Fig. 3 ist die Vorrichtung mit einem optischen Meßsystem 40 versehen, das am Halter 22 gehalten ist und eine schematisch angedeutete Beleuchtungseinrichtung 41, gegenüberliegende Aufnahmeeinrichtung 42 und einen Bildschirm 43 mit vergrößerter Wiedergabe des Aufnahmebereichs aufweist. Das optische Meßsystem 40 sitzt fest am Halter 22. Bei Einstellung des am Werkzeug 13 abgestützten Kontaktstückes 25 wird die Vertikalposition des Halters 22 verstellt. Durch diese Relativverstellung zwischen dem Kontaktstück 25 und dem Halter 22 mit Meßsystem 40 erfolgt eine Einstellung des optischen Systems 40 mit optischer Antastung einer vorgegebenen Bezugsgeometrie des Werkzeuges 13, z. B. der Spitze eines Bohrers, der höchsten Schneide eines Fräasers, der ersten oder zweiten Stufe eines Stufenwerkzeuges oder dergleichen maßbestimmender Kante des Werkzeuges 13.

[0026] Bei allen Ausführungsbeispielen ist der Halter 22 mit dem Kontaktstück 25 z. B. durch Gewichtskraft und/oder von Hand und/oder mittels getrieblicher Mittel und/oder mittels eines Stellantriebes od. dgl. bewegbar, wobei diese getrieblichen Mittel bzw. ein solcher Stellantrieb hier nicht besonders gezeigt sind, die z. B. aus einem Stellmotor bestehen können. Beim Beispiel in Fig. 3 sieht man auf dem Bildschirm 43 die vergrößerte Ansicht eines oberen Teils 44 der Geometrie des Werkzeuges 13.

[0027] Der Halter 22 ist mit dem einstellbaren Anschlag 28 gekuppelt oder kuppelbar, so dass durch Verstellbewegung des Halters 22 der Anschlag 28 mitgenommen und entsprechend eingestellt werden kann. Z. B. wird der Anschlag 28 durch magnetische Kraft bei der Bewegung des Halters 22 nach oben von der Verlängerung 31 des Halters 22 mit nach oben bewegt, bis das Sollmaß  $s$  eingestellt ist, woraufhin der Anschlag 28 mittels Klemmung, z. B. der Klemmschraube 30, in dieser eingestellten Position fixiert wird.

Eine etwaige gegensinnige Verstellbewegung des Anschlages 28 erfolgt z. B. durch formschlüssigen Kontakt, z. B. durch Anschlagen des Halters 22 unmittelbar oder mittels der Verlängerung 31, in der entgegengesetzten Richtung.

[0028] Beim Ausführungsbeispiel in Fig. 2 und 3 ist die Vorrichtung 20 ferner mit einer nur schematisch angedeuteten Wägeeinrichtung 35 versehen, die den Vorteil hat, dass diese eine Variierung der Größe der Gegenkraft gemäß Pfeil 33 in Anpassung an Werkzeuge 13 mit unterschiedlicher Geometrie ermöglicht. Die Wägeeinrichtung 35 macht es möglich, zur Anpassung das Gewicht des jeweils eingebrachten Werkzeuges 13 durch Wiegen zu ermitteln und in Anpassung an das Wiegeergebnis die Größe der Gegenkraft 33 vorzugeben. Hierbei kann zunächst in einem ersten Vorgang vor dem Einsetzen des Werkzeuges 13 in die Abstützbohrung 14 der Werkzeugaufnahme 10 das Gewicht des Trägers 21 und der Werkzeugaufnahme 10 ermittelt werden. Hiernach wird das Werkzeug 13 mit dem Ende des Schaftes 12 von oben her in die Werkzeugaufnahme 10 eingesetzt, wobei es mit dem Ende des Schaftes 12 in der Abstützbohrung 14 so aufgenommen wird, dass eine koaxiale Halterung und Zentrierung und eine axiale Abstützung von unten her erfolgt. Sodann wird in einem zweiten Wiegevorgang mittels der Wägeeinrichtung 35 das Gewicht des Trägers 21, der Werkzeugaufnahme 10 und des Werkzeuges 13 ermittelt. Aus der Differenzbildung läßt sich dann das Gewicht des Werkzeuges 13 errechnen.

[0029] Die nur durch Pfeil 33 repräsentierte Gegenkraft kann mittels eines Druckgaspolsters erzeugt werden, das innerhalb der Bohrung 11 der Werkzeugaufnahme 10 aufrechterhalten wird, und zwar beim Einstellen und Einschrumpfen solange, bis nach dem Beenden der Erhitzung der Werkzeugaufnahme 10 letztere während einer darauf folgenden Haltezeit abgekühlt ist. Für die Erzeugung dieses Druckgaspolsters kann in die Bohrung 11 der Werkzeugaufnahme 10 z. B. durch einen Kanal von unten her oder über andere vorhandene, nicht gezeigte Kühlmittelkanäle, ein Druckgas, z. B. Druckluft, eingeführt werden. Die Größe der Gegenkraft, insbesondere des Druckgaspolsters, wird dabei mit Vorteil so eingestellt, dass sie größer ist als die entgegenwirkende Gewichtskraft eines in der Bohrung 11 der Werkzeugaufnahme 10 aufnehmbaren Werkzeuges 13. Dann bedarf es normalerweise der Wägeeinrichtung 35 und der beschriebenen Wiegevorgänge nicht, die nur dann zum Einsatz kommen, wenn die Größe der Gegenkraft gemäß Pfeil 33 in Anpassung an Werkzeuge 13 mit unterschiedlicher Geometrie variiert wird.

[0030] Für solche hier nicht gezeigten Werkzeuge 13, die innere Kühlmittelkanäle enthalten, über die beim Aufbringen des Druckgaspolsters Druckgas entweichen kann, erfolgt für die Erzeugung des Druckgaspolsters eine Regelung des Volumenstromes des Druckgases, z. B. über eine Drosselung, bis der notwendige Gasdruck erreicht ist. Normalerweise wird die Größe der Gegenkraft gemäß Pfeil 33, insbesondere des Druckgaspolsters, so eingestellt, dass sie größer ist als die entgegenwirkende Gewichtskraft eines in der Bohrung 11 der Werkzeugaufnahme 10 aufnehmbaren Werkzeuges 13, so dass es dann der Wägeeinrichtung 35 nicht bedarf.

[0031] In Fig. 4 sind vereinfacht in Form einer Ablaufskizze einzelne Stufen beim Durchlaufen der einzelnen Verfahrensschritte angedeutet. Zu Beginn befindet sich die Vorrichtung 20 mit den Komponenten in dem Zustand a. Zuvor ist die Werkzeugaufnahme 10 eingebracht worden, z. B. auf den Träger 21 aufgebracht worden, und hiernach der Anschlag 28 auf das Sollmaß  $s$  eingestellt und in der eingestellten Stellung fixiert worden, z. B. durch Klemmung mittels der Klemmschraube 30. Zu dieser Einstellung ist der An-

schlag 28 durch Magnetverbindung mit dem Halter 22 und Bewegung dieses z. B. mittels eines darauf einwirkenden, nicht gezeigten Stellantriebes, z. B. Motors, in diese Position nach oben bewegt worden.

[0032] Anschließend daran wird das Werkzeug 13 von oben her in die Werkzeugaufnahme 10 eingebracht, wobei das Werkzeug 13 mit dem unteren Ende seines Schaftes 12 in der Abstützbohrung 14 koaxial zentriert und axial abgestützt wird. Statt der Abstützbohrung 14 kann die Vorrichtung 20 auch eine z. B. oberhalb der Werkzeugaufnahme 10 befindliche Abstützung aufweisen, die ihrerseits eine entsprechende Abstützbohrung, die koaxial zur Bohrung 11 verläuft, aufweist oder die eine sonstige andersartige Halterung des Werkzeuges 13 derart bewirkt, dass dieses koaxial zur Bohrung 11 ausgerichtet ist und zunächst gegen axiales Herabbewegen abgestützt ist. Nach dem Aufsetzen des Werkzeuges 13 und somit bei koaxial zur Werkzeugaufnahme 10 abgestütztem Werkzeug 13 wird zur Positionierung des Werkzeuges 13 an dessen freiem Ende das bewegliche Kontaktstück 25 zur Anlage gebracht, wie dies die zweite Darstellung b in Fig. 4 zeigt. Nicht dargestellt ist, dass vorher z. B. die der induktiven Erwärmung der Werkzeugaufnahme 10 dienende Induktionsspule herunterbewegt und auf die Werkzeugaufnahme 10 aufgefahren wurde. Nach dem Aufsetzen des Kontaktstückes 25 auf dem freien Ende des Werkzeuges 13 kann bei Vorhandensein des optischen Meßsystems 40 gemäß Fig. 3 und 4 die optische Antastung des Werkzeuges 13, insbesondere z. B. der Spitze oder Schneide dieses, erfolgen. Sodann wird die das Werkzeug 13 gegensinnig zum Eindringen in die Bohrung 11 beaufschlagende Gegenkraft gemäß Pfeil 33 aktiviert. Diesen Zustand zeigen Fig. 1 bis 3 und die Abbildung c in Fig. 4. Hierbei ist das Werkzeug 13 vertikal axial eingespannt zwischen dem von oben her aufsitzenden Kontaktstück 25 einerseits und der gegensinnig von unten her wirkenden Gegenkraft gemäß Pfeil 33 andererseits. Im Anschluss an die Aktivierung dieser Gegenkraft gemäß Pfeil 33 ist durch Betätigung des Kontaktstückes 25 noch bedarfsweise eine Feineinstellung vorzunehmen, bei der das Kontaktstück 25 relativ zum Halter 22 mit Meßsystem 40 verstellt wird. Da das Kontaktstück 25 am Werkzeug 13 abgestützt ist, bedeutet dies eine Verstellung des Halters 22 mitsamt dem Meßsystem 40 relativ zum Werkzeug 13, so dass eine Einstellung des optischen Meßsystems 40 mit optischer Antastung einer vorgegebenen Bezugsgeometrie des Werkzeuges 13, z. B. der Spitze eines Bohrers, der höchsten Schneide eines Fräasers, der ersten oder zweiten Stufe eines Stufenwerkzeuges oder dergleichen maßbestimmender Kante des Werkzeuges 13 erfolgt. Dies bedeutet beim Bild c gemäß Fig. 4 z. B. eine Überdeckung einer Werkzeugkante mit dem Fadenkreuz auf dem Bildschirm 43. Nach dieser Feineinstellung wird die Erhitzung der Werkzeugaufnahme 10 durch Freigabe der elektrischen Energie für die nicht gezeigte Induktionsspule gestartet. Die dadurch eingeleitete Erwärmung der Werkzeugaufnahme 10 hat eine Vergrößerung der Bohrung 11 zur Folge, so dass bei der Vertikalanordnung das Werkzeug 13 in die Bohrung 11 von oben her eindringen und sich nach unten bewegen kann. Hierbei wirken die Gewichtskräfte des Halters 22 mit allen daran sitzenden Teilen ebenfalls auf das Werkzeug 13, wobei auch die Gewichtskraft des Werkzeuges 13 wirksam ist. Dem wirkt die Gegenkraft 33 entgegen. In der kurzen Erhitzungsphase von 5–10 Sekunden gelangt somit der Schaft 12 des Werkzeuges 13 tiefer in die Bohrung 11 hinein bis das vorgegebene Sollmaß s erreicht ist z. B. durch Anschlagen des Halters 22 am Anschlag 28. Ein weiteres Hindurchrutschen des Schaftes 12 in die Bohrung 11 wird durch die nach wie vor wirksame Gegenkraft 33 verhindert. Nach dem Anschlagen am Anschlag 28 und

somit Erreichen des Sollmaßes wird die Erhitzung gestoppt, z. B. mittels eines elektrischen Schaltkontaktes die Zufuhr elektrischer Energie zur Induktionsspule unterbrochen. Nach einer gewissen Haltezeit, die zur Abkühlung der Werkzeugaufnahme 10 soweit, dass die Bohrung 11 geschrumpft und der Schaft 12 kraftschlüssig gespannt ist, ausreicht, wird die Gegenkraft gemäß Pfeil 33 aufgehoben. Hiernach kann der Halter 22 mit allen daran befindlichen Bauteilen gegensinnig nach oben bewegt werden und ferner auch die nicht dargestellte Induktionsspule, woraufhin nun die Werkzeugaufnahme 10 mit darin durch Schrumpfen gespanntem Werkzeug 13 entnommen und einer Kühlstation zur Abkühlung auf Raumtemperatur zugeführt werden kann.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum kraftschlüssigen Einspannen eines Werkzeuges (13) mit seinem Schaft (12) in einer Bohrung (11) einer Werkzeugaufnahme (10) durch Schrumpfen mittels Erhitzen und Abkühlung dieser, bei dem die axiale Einstecktiefe des Schaftes (12) in die Bohrung (11) durch Einstellung vorgegeben wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei koaxial zur Werkzeugaufnahme (10) abgestütztem Werkzeug (13) zur Positionierung dieses an dessen freiem Ende ein bewegliches Kontaktstück (25) zur Anlage gebracht wird und das Werkzeug (13) zwischen dem Kontaktstück (25) einerseits und einer das Werkzeug (13) gegensinnig dazu und gegensinnig zum Eindringen in die Bohrung (11) der Werkzeugaufnahme (10) beaufschlagenden Gegenkraft (33) andererseits eingespannt wird, bevor die Erhitzung beginnt, und während der dann eingeschalteten Erhitzung so eingespannt bleibt, die nach Erreichen eines vorgegebenen Sollmaßes (s) beim Eindringen des Schaftes (12) in die Bohrung (11) der Werkzeugaufnahme (10) gestoppt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Anschlag (28), der dem Kontaktstück (25), insbesondere einem beweglichen Halter (22) des Kontaktstückes (25), zugeordnet ist, auf ein vorgegebenes Sollmaß eingestellt und fixiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkzeug (13) mit seinem Schaft (12) in eine zum freien Ende der Bohrung (11) der Werkzeugaufnahme (10) koaxiale zentrierende Abstützbohrung (14) einer Abstützung, insbesondere der Werkzeugaufnahme (10), eingebracht wird, wobei sich die Werkzeugaufnahme (10) im nicht erhitzten Zustand befindet, dass der Halter (22) mit seinem Kontaktstück (25) auf das Werkzeug (13) aufgesetzt wird, dass die das Werkzeug (13) gegensinnig zum Eindringen in die Bohrung (11) der Werkzeugaufnahme (10) beaufschlagende Gegenkraft (33) und damit die Einspannung des Werkzeuges (13) aktiviert wird und die Erhitzung der Werkzeugaufnahme (10) gestartet wird mit einhergehendem axialen Eindringen des Werkzeuges (13) mit seinem Schaft (12) in die Bohrung (11) der Werkzeugaufnahme (10) soweit, bis der Halter (22) am Anschlag (28) anschlägt und dass hiernach die Erhitzung der Werkzeugaufnahme (10) gestoppt und nach Abkühlung die Wirkung der Gegenkraft (33) aufgehoben wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Stellung des auf dem Werkzeug (13) aufsitzenden Kontaktstückes (25) relativ zum Halter (22) und darüber die Position des Halters (22) in Bezug auf den Anschlag (28) versteift wird, vorzugsweise feineingestellt wird, bevor die Erhitzung



der Werkzeugaufnahme (10) gestartet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Anschlag (28) in Bezug auf eine Maßverkörperung (29), z. B. einen Maßstab, zur Einstellung des Sollmaßes (s) verstellt, insbesondere feinverstellt, wird und in seiner eingestellten Position in Bezug auf die Maßverkörperung (29) fixiert wird, z. B. geklemmt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass beim axialen Eindringen des Schaftes (12) des Werkzeuges (13) in die Bohrung (11) der Werkzeugaufnahme (10) mit Erreichen des Sollmaßes (s), insbesondere beim Anschlagen des Halters (22, 31) am Anschlag (28), ein elektrischer Schaltkontakt geschlossen wird, mittels dessen die Zufuhr insbesondere elektrischer Energie für die Erhitzung der Werkzeugaufnahme (10) unterbrochen wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest der Bereich (27) des Kontaktstückes (25), der in Kontakt mit dem Werkzeug (13), z. B. dessen Spitze, Schneide od. dgl., gelangt, aus im Vergleich zum Material des Werkzeuges (13) nachgiebigerem, z. B. weicherem, Material gebildet ist, z. B. aus Gummi, Kunststoff od. dgl. federähnlich elastischem Material, oder aus einem mittels Feder abgefederten Teil (27).

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Gegenkraft (33) mittels eines Druckgaspolsters erzeugt wird, das innerhalb der Bohrung (11) der Werkzeugaufnahme (10) aufrechterhalten wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Druckgaspolster solange aufrechterhalten bleibt, bis nach dem Beenden der Erhitzung der Werkzeugaufnahme (10) diese während einer darauffolgenden Haltezeit abgekühlt ist.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass für die Erzeugung des Druckgaspolsters in die Bohrung (11) der Werkzeugaufnahme (10), z. B. durch dort vorhandene Kühlmittelkanäle, ein Druckgas, z. B. Druckluft, eingeführt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass für die Erzeugung des Druckgaspolsters für solche Werkzeuge (13), die innere Kühlmittelkanäle enthalten, eine Regelung des Volumenstroms des Druckgases, z. B. über eine Drosselung, erfolgt bis der notwendige Gasdruck erreicht ist.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Größe der Gegenkraft (33), insbesondere des Druckgaspolsters, so eingestellt ist, dass sie größer ist als die entgegenwirkende Gewichtskraft eines in der Bohrung (11) der Werkzeugaufnahme (10) aufnehmbaren Werkzeuges (13).

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Größe der Gegenkraft (33) in Anpassung an Werkzeuge (13) mit unterschiedlicher Geometrie variiert wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass zur Anpassung das Gewicht des jeweils eingebrachten Werkzeuges (13) durch Wiegen mittels einer Wägeeinrichtung (35) ermittelt wird und die Größe der Gegenkraft (33) in Anpassung daran vorgegeben wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Halter (22) mit Kontaktstück (25) durch Gewichtskraft und/oder von Hand und/oder mittels getrieblicher Mittel und/oder eines

Stellantriebes od. dgl. bewegt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegung des Halters (22) derart erfolgt, dass das Kontaktstück (25) eine Linearbewegung etwa koaxial oder parallel zur Längsachse des Werkzeuges (13) und/oder quer dazu vollführt.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Halter (22) und der einstellbare Anschlag (28) zu einer Einstellbewegung des Anschlages (28) durch eine Bewegung des Halters (22) in beiden Bewegungsrichtungen miteinander gekuppelt sind oder kuppelbar sind, z. B. mittels magnetischer Kraft in einer Richtung und mittels fomschlüssigem Kontakt, z. B. durch Anschlagen, in der entgegengesetzten Richtung.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass am Halter (22) ein optisches Meßsystem (40) gehalten ist mit Beleuchtungseinrichtung (41), Aufnahmeeinrichtung (42) und Bildschirm (43) mit vergrößerter Wiedergabe des Aufnahmebereichs.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass durch Verstellung des auf dem Werkzeug (13) aufsitzenden Kontaktstückes (25) relativ zum Halter (22) mit Meßsystem (40) eine Einstellung des optischen Meßsystems (40) mit optischer Antastung einer vorgegebenen Bezugsgeometrie des Werkzeuges (13), z. B. der Spitze eines Bohrers, der höchsten Schneide eines Fräasers, der ersten oder zweiten Stufe eines Stufenwerkzeuges oder dergleichen maßbestimmender Kante des Werkzeuges (13), erfolgt.

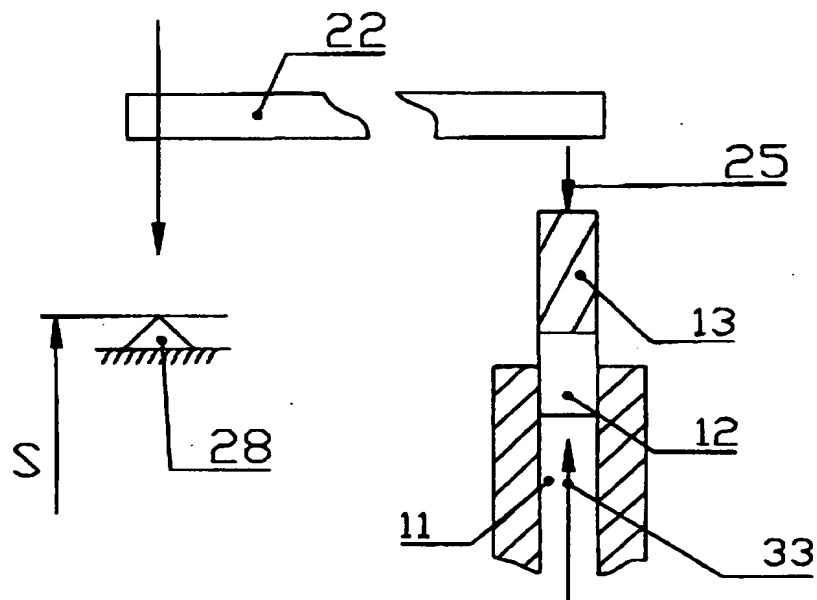
---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

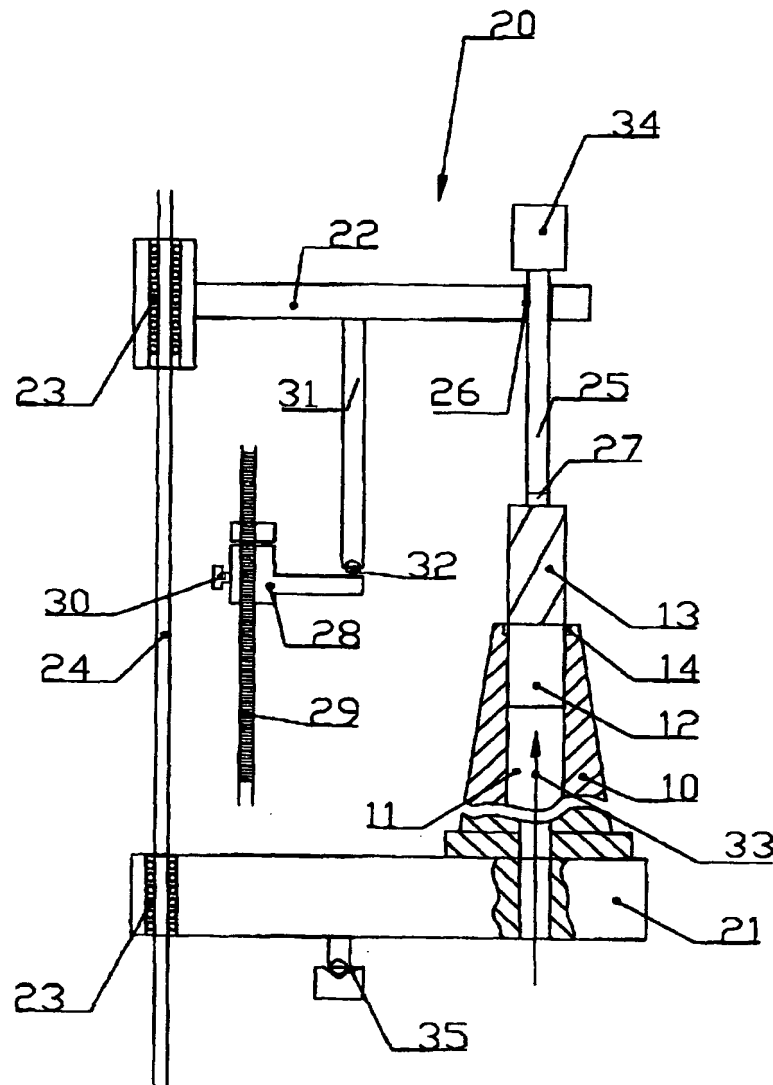
---

- Leerseite -

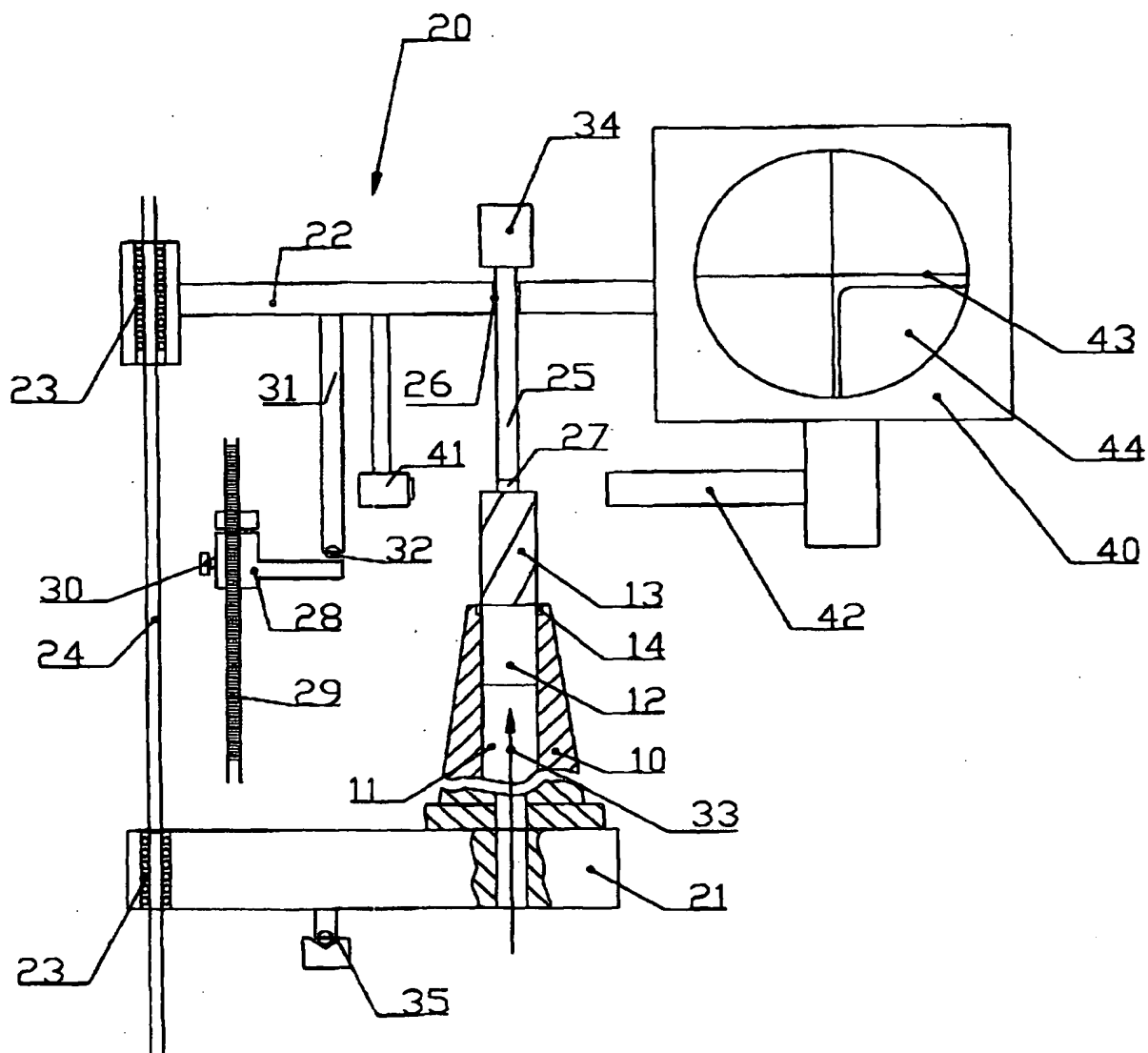
**Fig. 1**



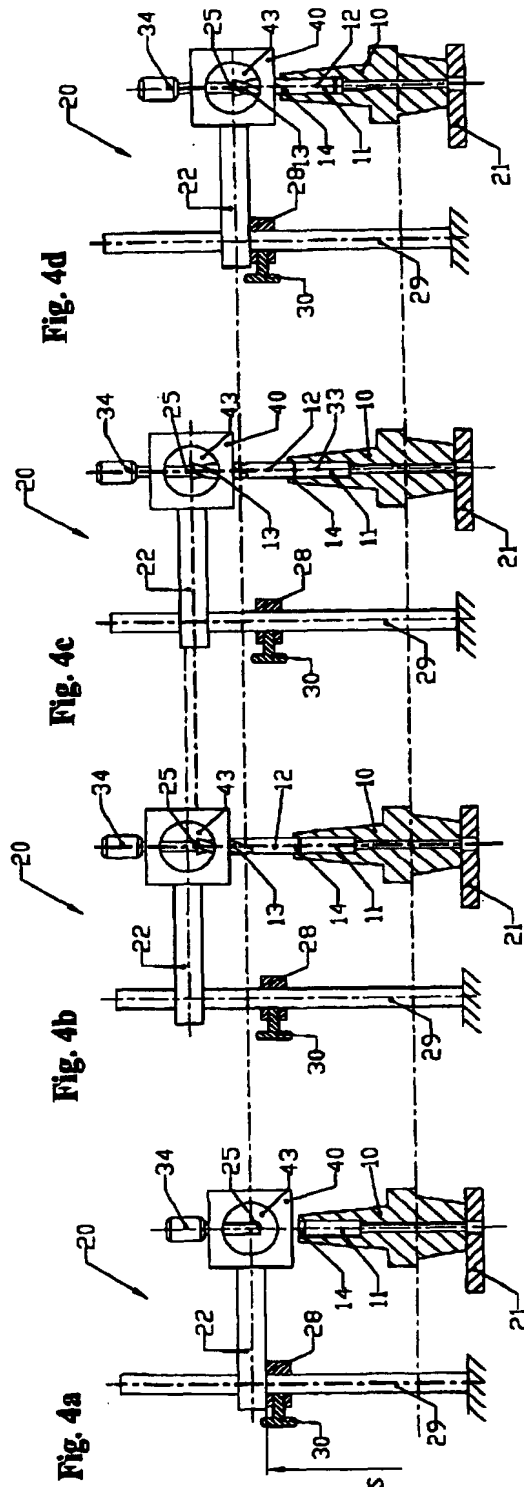
**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**



DOCKET NO.: *WMH-0738*  
APPLIC. NO.: *PCT/EP2003/011593*  
APPLICANT: *Pfaff et al.*

Lerner and Greenberg, P.A.

P.O. Box 2480

Hollywood, FL 33022

Tel.: (954) 925-1100

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**